



## Pengukuran statis kadar serat asbes di udara tempat kerja





## Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata .....	ii
Pendahuluan .....	iii
1 Ruang lingkup .....	1
2 Istilah dan definisi .....	1
3 Metoda pengukuran.....	1
Lampiran A <i>Walton-Beckett</i> graticule untuk menghitung serat asbes .....	6
Lampiran B Macam-macam bentuk serat asbes .....	7
Lampiran C Lembar catatan perhitungan serta asbes.....	9
Bibliografi .....	10
Gambar 1 Cara pemasangan filter pada kaset filter .....	3
Gambar 2 Kalibrasi <i>flowrate</i> pompa isap .....	3
Gambar 3 Penempatan filter pada gelas obyek .....	4
Gambar 4 Proses transparansi filter.....	4
Gambar 5 <i>Coverslip</i> dan cara penempatannya .....	5
Gambar 6 Pemanasan preparat filter.....	5
Gambar A.1 <i>Walton-Beckett</i> graticule .....	6
Gambar B.1 Bentuk-bentuk serat asbes tunggal .....	7
Gambar B.2 Bentuk-bentuk serat asbes bercabang .....	7
Gambar B.3 Bentuk-bentuk serat asbes berkelompok .....	8
Gambar B.4 Bentuk-bentuk serat asbes bersatu dengan partikel lain .....	8
Tabel 1 Variasi <i>flowrate</i> dan lama pengambilan contoh .....	3



## Prakata

Standar pengukuran statis kadar serat asbes di udara tempat kerja ini digunakan sebagai pedoman di dalam analisis kadar serat asbes, sehingga akan diperoleh keseragaman dalam penilaian terhadap tempat kerja.

Standar ini disusun oleh Subpanitia Teknis Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Panitia Teknis 94S, Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

Standar ini telah dikonsensuskan di Jakarta pada tanggal 11 Nopember 2003 yang dihadiri oleh unsur pemerintah, ilmuwan, pengusaha, lembaga asosiasi dan konsumen.

Standar ini mengacu pada buku *"ASBESTOS, Guidance Notes on the membrane Filter Method for Estimating Airborne Asbestos Dust"*, Worksafe Australia tahun 1988 nomor NOHSC: 3003 dan metoda NIOSH 1997.





## Pendahuluan

Penggunaan asbes dewasa ini mengalami pertumbuhan cukup pesat. Di negara berkembang seperti Indonesia, asbes masih banyak digunakan di berbagai sektor antara lain untuk kebutuhan bangunan, pembuatan kampas rem, pipa-pipa dan sebagai bahan isolasi pada sumber panas seperti saluran buang emisi mesin genset.

Standar ini diterbitkan untuk memenuhi tuntutan tersedianya pedoman nasional analisis serat asbes. Pada saat ini buku atau pedoman yang memuat secara khusus tentang prosedur analisis serat asbes di Indonesia masih sangat sedikit jumlahnya.

Standar ini berisi tata cara untuk melakukan analisis kadar serat asbes di tempat kerja dengan cara menghitung secara manual. Cara ini dipilih karena memerlukan peralatan analisis yang relatif sederhana dan memberi kemudahan bagi laboratorium untuk mendapatkan peralatan tersebut.

Menurut komposisi kimianya asbes dapat digolongkan menjadi dua golongan besar yaitu *serpentine* dan *amphibole*.

*Serpentine:*

*Chrysotile* (asbes putih)  $(OH)_6 Mg_6 Si_4 O_{12} H_2O$

*Amphibole:*

*Actinolite*  $Ca (MgFe)_3 (SiO)_4 H_2O$

*Amosite* (asbes coklat),  $(Fe_2Mg)SiO_3$  1,5 %  $H_2O$

*Anthrophyllite*  $(MgFe)_7 Si_6 O_3 (OH)$

*Crocidolite* (asbes biru)  $NaFe (SiO_3)_2 FeSiO_3 X H_2O$

*Tremolite*  $Ca_2 Mg_5 Si_8 O_{22} (OH)$ .

Dari semua jenis asbes, *Chrysotile* yang paling banyak digunakan dan diperkirakan lebih kurang 90% dari semua macam asbes.

Pemakaian asbes dapat berefek negatif terhadap kesehatan bila serat asbes menyebar menjadi kontaminan di udara tempat kerja. Serat asbes dapat masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan dan tertinggal di paru-paru. Hal ini dapat menyebabkan penyakit asbestosis, yaitu salah satu jenis golongan penyakit *pneumoconiosis* yang disebabkan oleh penimbunan debu dalam paru.

Untuk mengurangi timbulnya efek negatif bagi kesehatan, perlu kegiatan penilaian dengan cara pengukuran di tempat kerja, oleh karena itu diperlukan metoda pengukuran yang standar untuk mempermudah pelaksanaan dan memperoleh keseragaman analisis.







## Pengukuran statis kadar serat asbes di udara tempat kerja

### 1 Ruang lingkup

Standar ini memuat prosedur untuk melakukan pengukuran statis kadar serat asbes di udara tempat kerja mulai dari tata cara pengambilan contoh sampai dengan analisis di laboratorium.

Standar ini menerapkan teknik analisis dengan cara melakukan perhitungan jumlah serat asbes pada membran filter secara manual dengan bantuan alat mikroskop fase kontras. Metoda ini tidak mensyaratkan secara khusus terhadap model peralatan yang digunakan dalam analisis seperti dimensi dan tipe alat.

Standar ini dapat diterapkan oleh semua laboratorium yang melakukan pengukuran statis kadar serat asbes di udara tempat kerja. Apabila laboratorium tidak melakukan satu atau lebih kegiatan atau langkah yang tercakup dalam metoda ini, berarti persyaratan ketentuan dalam metoda ini tidak diterapkan.

### 2 Istilah dan definisi

#### 2.1 asbes

mineral silikat yang mempunyai bagian-bagian terkecil berbentuk serat

#### 2.2 serat asbes

partikel asbes yang mempunyai diameter kurang dari 3  $\mu\text{m}$  dan panjang lebih besar dari 5  $\mu\text{m}$  dengan perbandingan panjang terhadap diameter lebih besar dari 3:1

#### 2.3 coverslip

kaca tipis sebagai penutup filter pada gelas obyek

#### 2.4 alat penguap aseton (*acetone vaporizer*)

alat pemanas yang digunakan untuk menguapkan bahan aseton

#### 2.5 pengambilan contoh statis

pengambilan contoh yang dilakukan terhadap tempat kerja di titik lokasi pengambilan contoh yang telah ditetapkan

### 3 Metoda pengukuran

#### 3.1 Prinsip

Udara dialirkan melalui membran filter, kontaminan serat asbes yang terdapat di udara ditangkap oleh filter, selanjutnya filter diubah menjadi transparan dan dihitung jumlah serat asbes menggunakan mikroskop fase kontras pada perbesaran 400 kali.



## 3.2 Peralatan

### 3.2.1 Peralatan pengambilan contoh

- pompa pengisap udara dengan kapasitas isap 0,1 l/menit – 5 l/menit;
- filter *holder* diameter 25 mm;
- *flowmeter*;
- pinset;
- tripod penyangga untuk pengambilan contoh statis.

### 3.2.2 Peralatan analisis

- mikroskop fase kontras yang dilengkapi *Walton-beckett graticule*;
- alat penguap aseton (*acetone vaporizer*);
- kertas tisu;
- pisau pemotong filter;
- gelas obyek;
- kaca penutup (*coverslip*).

## 3.3 Bahan

- membran filter diameter 25 mm bergaris, jenis *cellulose ester* atau *cellulose nitrate*;
- aseton;
- cairan gliserin triasetat.

## 3.4 Penentuan titik pengukuran

Hal yang menjadi pertimbangan dalam menentukan titik-titik pengukuran serat asbes di tempat kerja antara lain:

- tempat aktifitas tenaga kerja setiap hari;
- mobilitas tenaga kerja.

## 3.5 Teknik pengambilan contoh

### 3.5.1 Kalibrasi pompa pengisap

Pompa pengisap harus diverifikasi sebelum digunakan. Kecepatan alir pompa diukur dengan *flowmeter* pada *flowrate* seperti pada Tabel 1.

### 3.5.2 Cara pengambilan contoh statis

Alat pengambilan contoh di tempatkan di tempat titik pengukuran yang telah ditetapkan. Lama waktu pengambilan contoh dicatat pada lembar data pengambilan contoh. Dalam kondisi normal waktu pengambilan contoh selama 8 jam, dan *flowrate* diatur pada kecepatan 1,0 l/menit. Pada kondisi kadar serat asbes di tempat kerja relatif tinggi, pengambilan contoh dilakukan tiga kali, pada waktu pagi, siang dan sore hari dengan kecepatan 2,0 l/menit masing-masing selama 60 menit. Untuk membantu dalam memilih besarnya *flowrate*, berikut ini diberikan contoh variasi *flowrate* pada volume 80 liter, 100 liter dan 120 liter seperti Tabel 1.

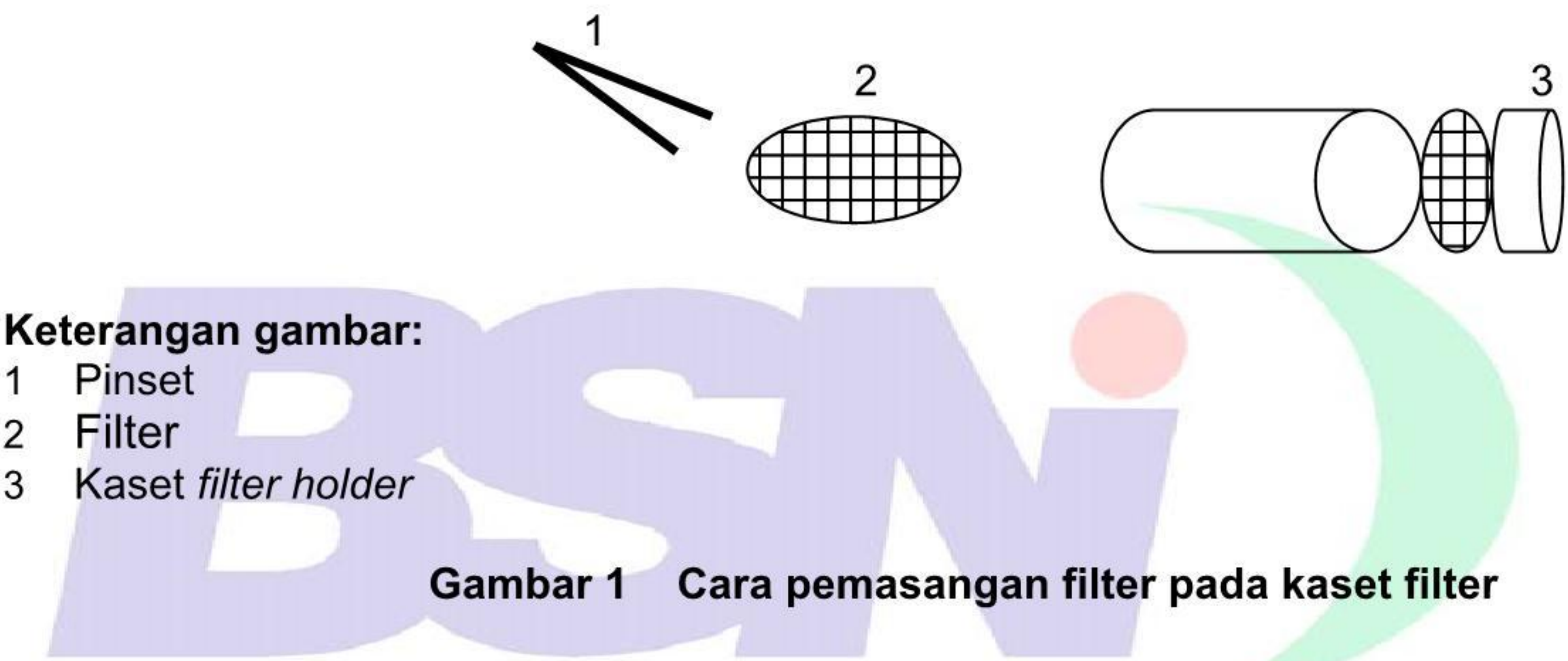


Tabel 1 Variasi *flowrate* dan lama pengambilan contoh

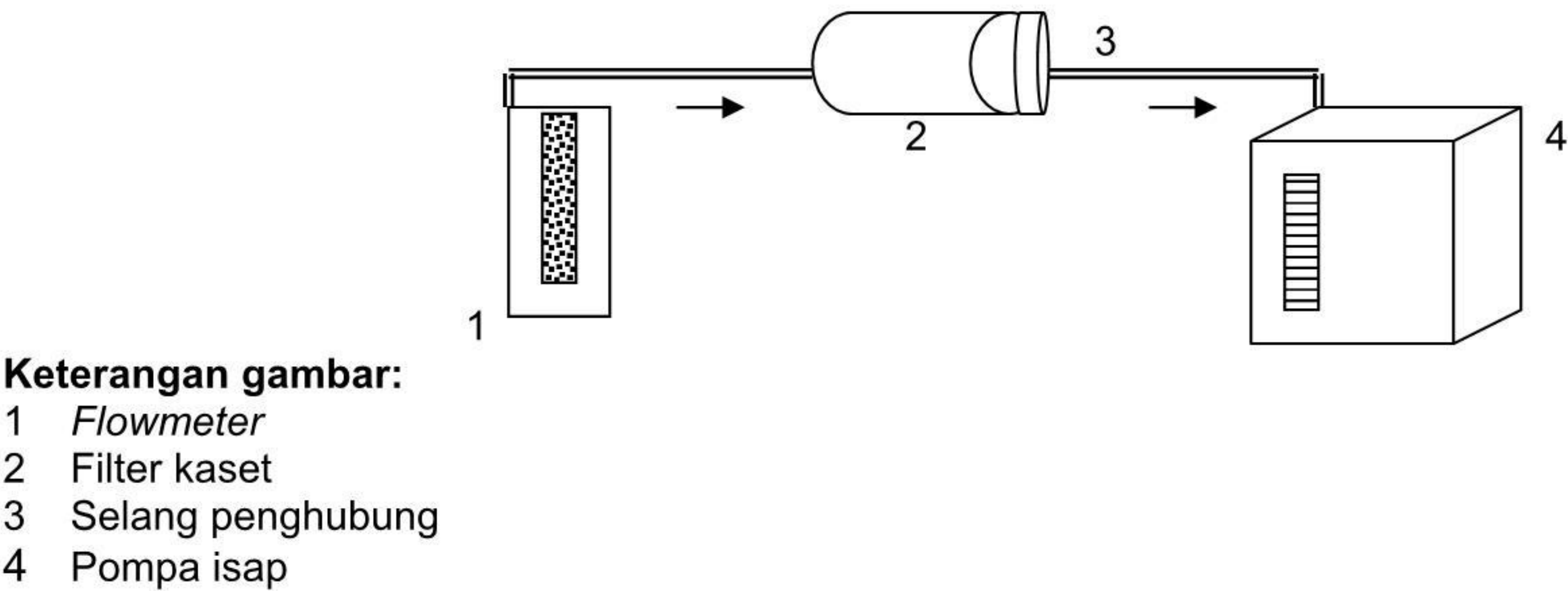
<i>Flowrate</i> liter/menit	Lama pengambilan contoh (menit) menurut volume (liter)		
	80 liter	100 liter	120 liter
0,4	200	250	300
0,5	160	200	240
1,0	80	100	120
2,0	40	50	60

3.6 Prosedur pengambilan contoh dan analisis

3.6.1 Pasang filter bergaris pada kaset *filter holder* seperti pada Gambar 1.



3.6.2 Hubungkan kaset filter dengan pompa pengisap dan kalibrasi pada *flowrate* sesuai ketentuan di atas. Catat hasil kalibrasi pada lembar data pengambilan contoh.

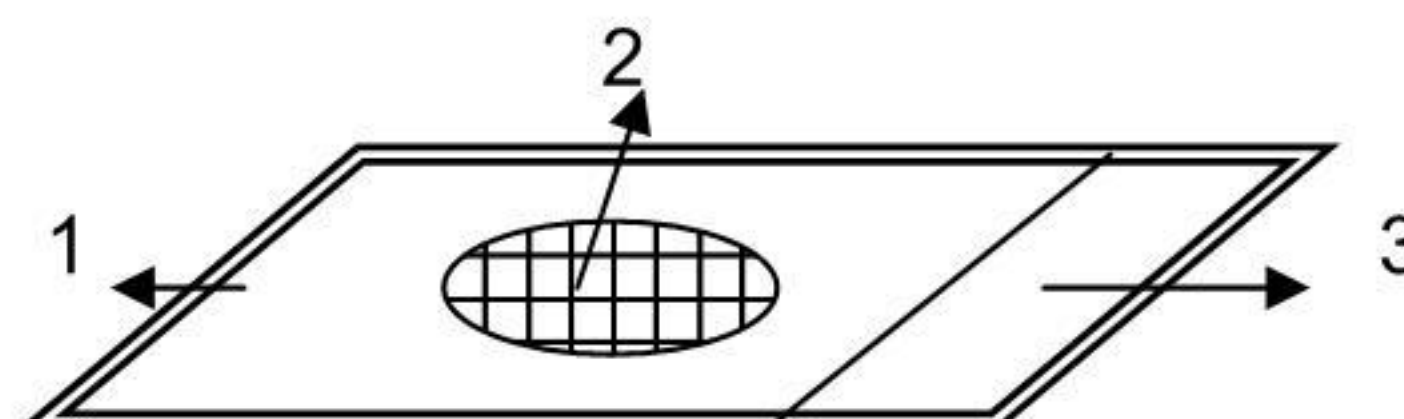


3.6.3 Lepaskan selang sambungan kalibrasi pada langkah 3.6.2, kemudian lakukan pengambilan contoh pada titik pengukuran yang telah ditetapkan. Catat lama waktu pengukuran pada lembar data pengambilan contoh.



**3.6.4** Buka filter hasil pengambilan contoh dari kaset *holder* di laboratorium. Hindari kontaminasi pada filter saat filter dilepaskan, gunakan pinset dan filter tidak diperbolehkan langsung dipegang dengan tangan.

**3.6.5** Siapkan gelas obyek, bersihkan dan berilah label identifikasi, kemudian tempatkan filter pada bagian tengah seperti Gambar 3.

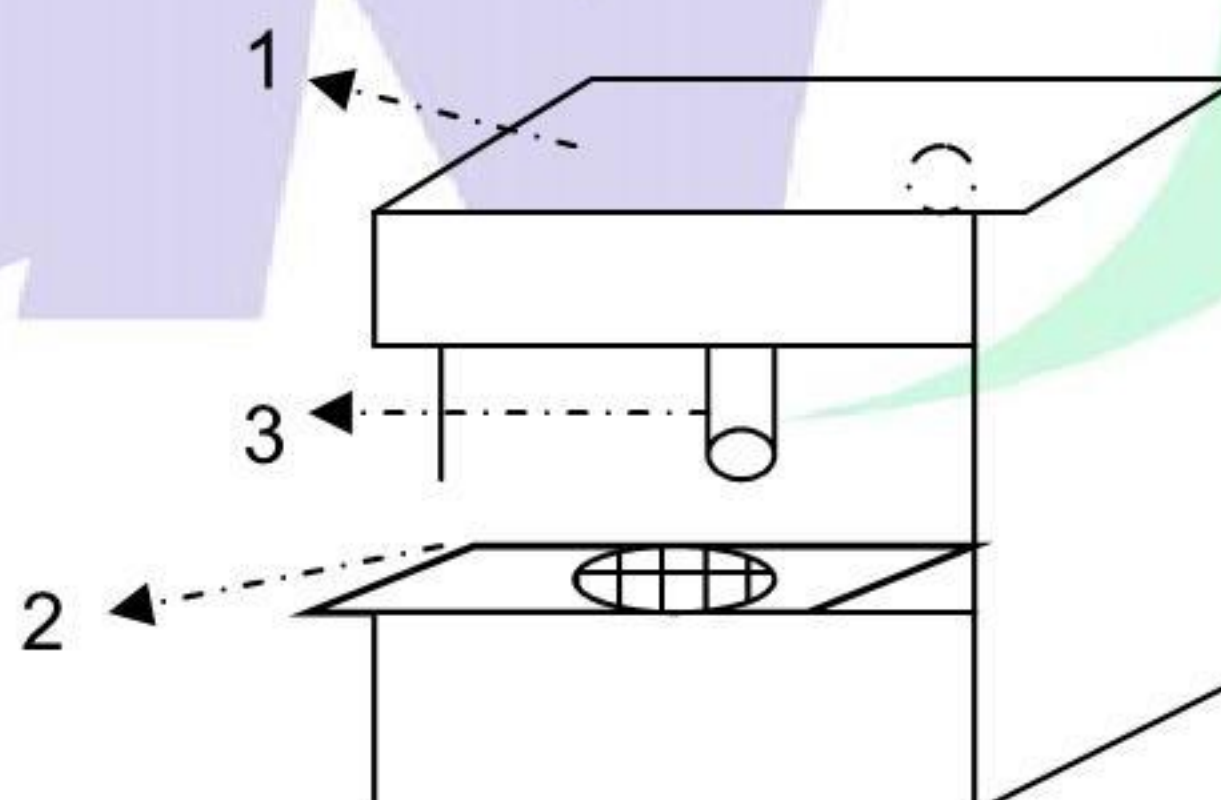


**Keterangan gambar:**

- 1 Gelas obyek
- 2 Filter
- 3 Label identifikasi

**Gambar 3 Penempatan filter pada gelas obyek**

**3.6.6** Ubah filter pada Gambar 3 menjadi transparan dengan cara memberikan uap aseton pada permukaan filter melalui alat penguap atau *acetone vaporizer*. Jika menggunakan alat penguap aseton, volume aseton diinjeksikan sebanyak kurang lebih 250 mikroliter.



**Keterangan gambar:**

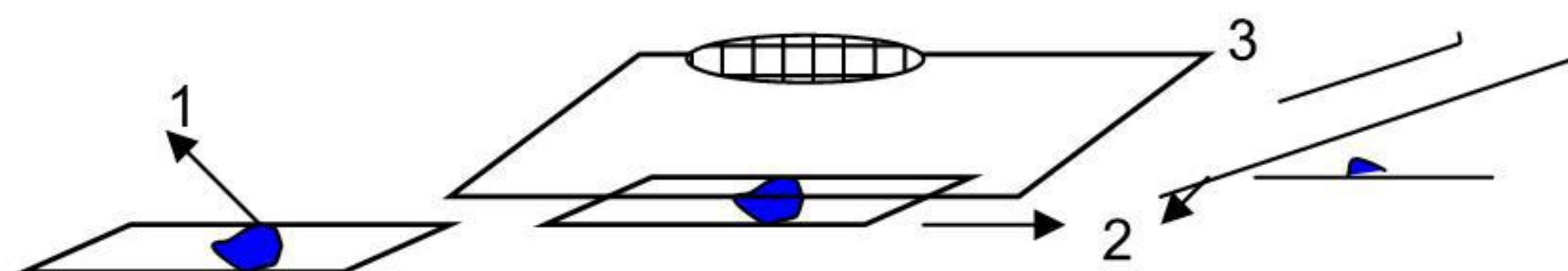
- 1 Alat penguap aseton
- 2 Preparat filter
- 3 Lubang uap aseton

**Gambar 4 Proses transparansi filter**

**3.6.7** Setelah filter menjadi transparan, biarkan 5 menit – 10 menit agar residu aseton menguap sempurna.

**3.6.8** Siapkan *coverslip*, teteskan cairan gliserin triasetat kurang lebih 2 tetes – 3 tetes ( $\pm 7 \mu\text{l}$ ) pada bagian tengah permukaan *coverslip*, selanjutnya tutupkan pada preparat filter dari arah bawah, usahakan cairan gliserin triasetat menutup seluruh permukaan filter seperti Gambar 5.

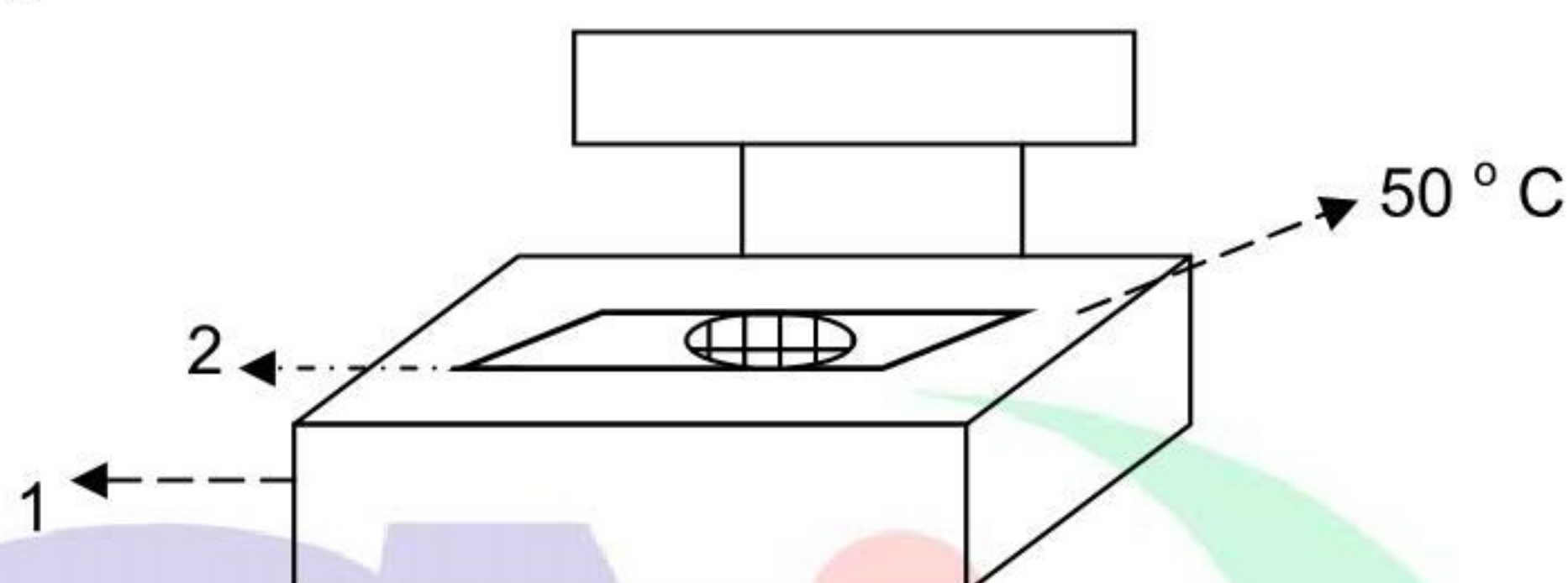


**Keterangan gambar:**

- 1 Gliserin triasetat
- 2 Penutup gelas obyek (*Coverslip*)
- 3 Preparat filter

**Gambar 5** *Coverslip* dan cara penempatannya

**3.6.9** Panaskan preparat filter yang telah tertutup *coverslip* pada alat pemanas atau aseton *vaporizer* seperti Gambar 6. Set suhu pemanas pada 50°C selama  $\pm 25$  menit. Selanjutnya preparat tersebut siap dihitung.

**Keterangan gambar:**

- 1 Alat penguap aseton (*Acetone vaporizer*)
- 2 Preparat filter

**Gambar 6** Pemanasan preparat filter**3.7 Perhitungan**

**3.7.1** Gunakan *Walton beckett graticule* seperti Gambar A.1 pada Lampiran A. Hitunglah serat asbes dengan kriteria panjang lebih dari 5  $\mu\text{m}$  dan lebar 3  $\mu\text{m}$ , dengan perbandingan diameter 3:1. Untuk memudahkan cara menghitung jumlah serat, gunakan gambar pembanding macam-macam bentuk serat asbes seperti pada Gambar B.1, Gambar B.2, Gambar B.3, Gambar B.4 pada Lampiran B.

**3.7.2** Catat hasil perhitungan serat asbes pada lembar pencatatan seperti pada Lampiran C. Selanjutnya hasil pencatatan ini disubstitusikan ke dalam perhitungan, untuk kadar serat asbes di udara dihitung dengan rumus:

$$C = \frac{N}{n} \times \frac{(A)^2}{(a)^2} \times \frac{1}{f \times t} \quad (\text{serat/ml})$$

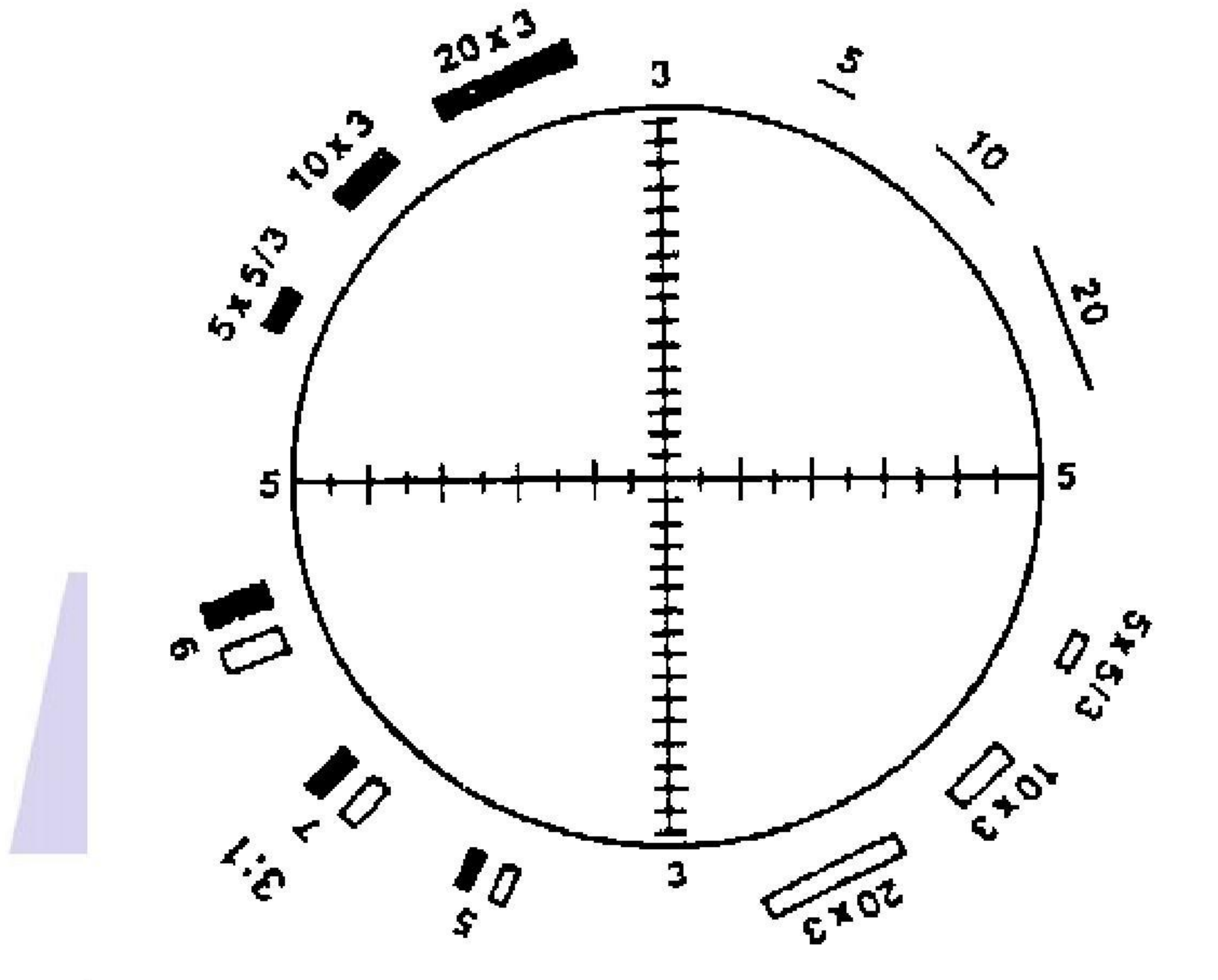
dengan:

- C adalah kadar serat asbes (serat/ml);
- N adalah total jumlah serat yang ditemukan (serat);
- n adalah jumlah lapangan pandang yang dihitung;
- A adalah diameter efektif filter ( $\mu\text{m}$ );
- a adalah diameter lapangan pandang ( $\mu\text{m}$ );
- f adalah *flowrate* pompa (ml/menit);
- t adalah lama pengambilan contoh (menit).



Lampiran A  
(normatif)

*Walton-Beckett graticule* untuk menghitung serat asbes



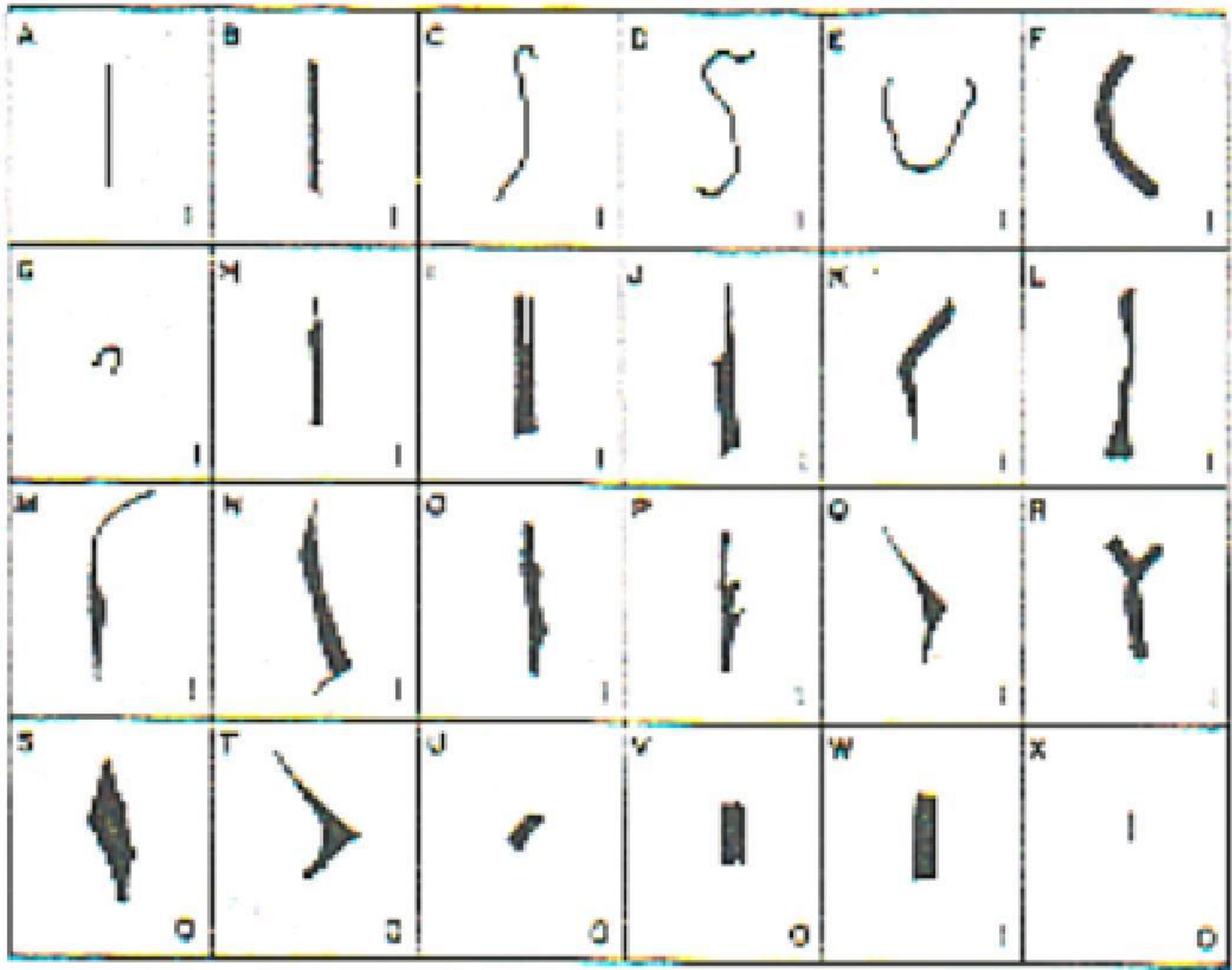
Sumber: "ASBESTOS" *Guidance Note on the Membrane Filter Method for Estimating Airborne Asbestos Dust*, National Occupational Health and Safety Commission, 303, Commonwealth of Australia, 1988.

Gambar A.1 *Walton-Beckett graticule*

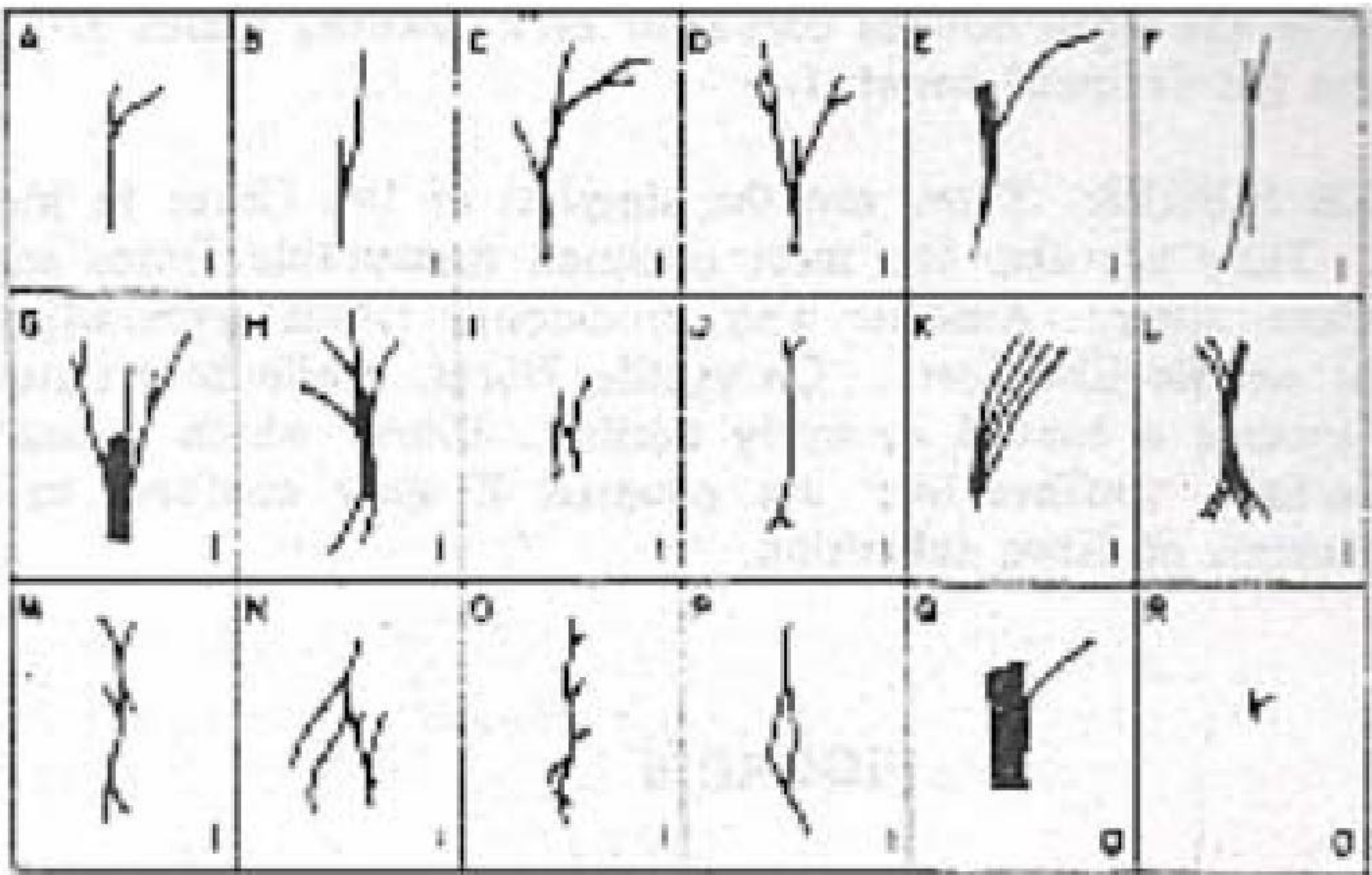


Lampiran B  
(normatif)

Macam-macam bentuk serat asbes

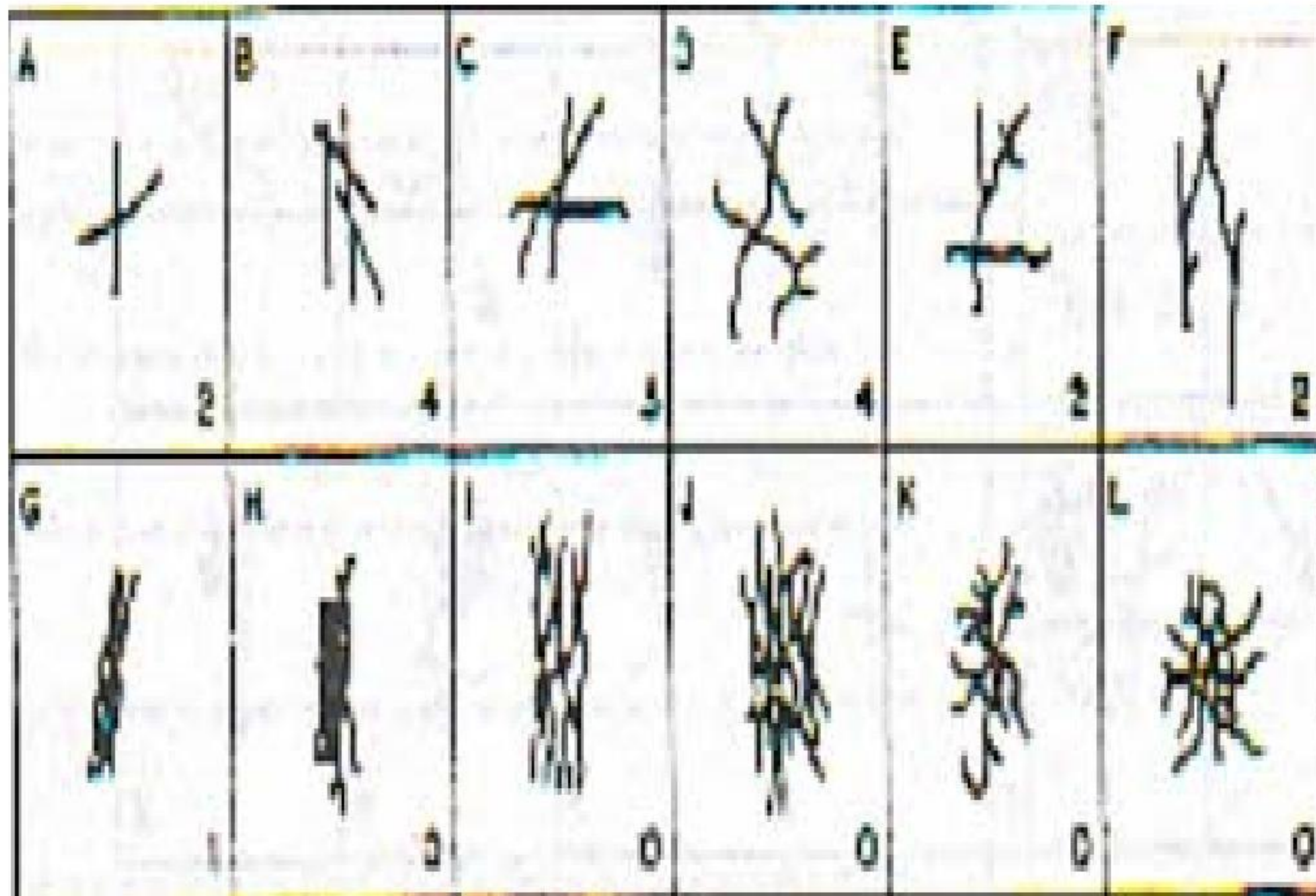


Gambar B.1 Bentuk-bentuk serat asbes tunggal

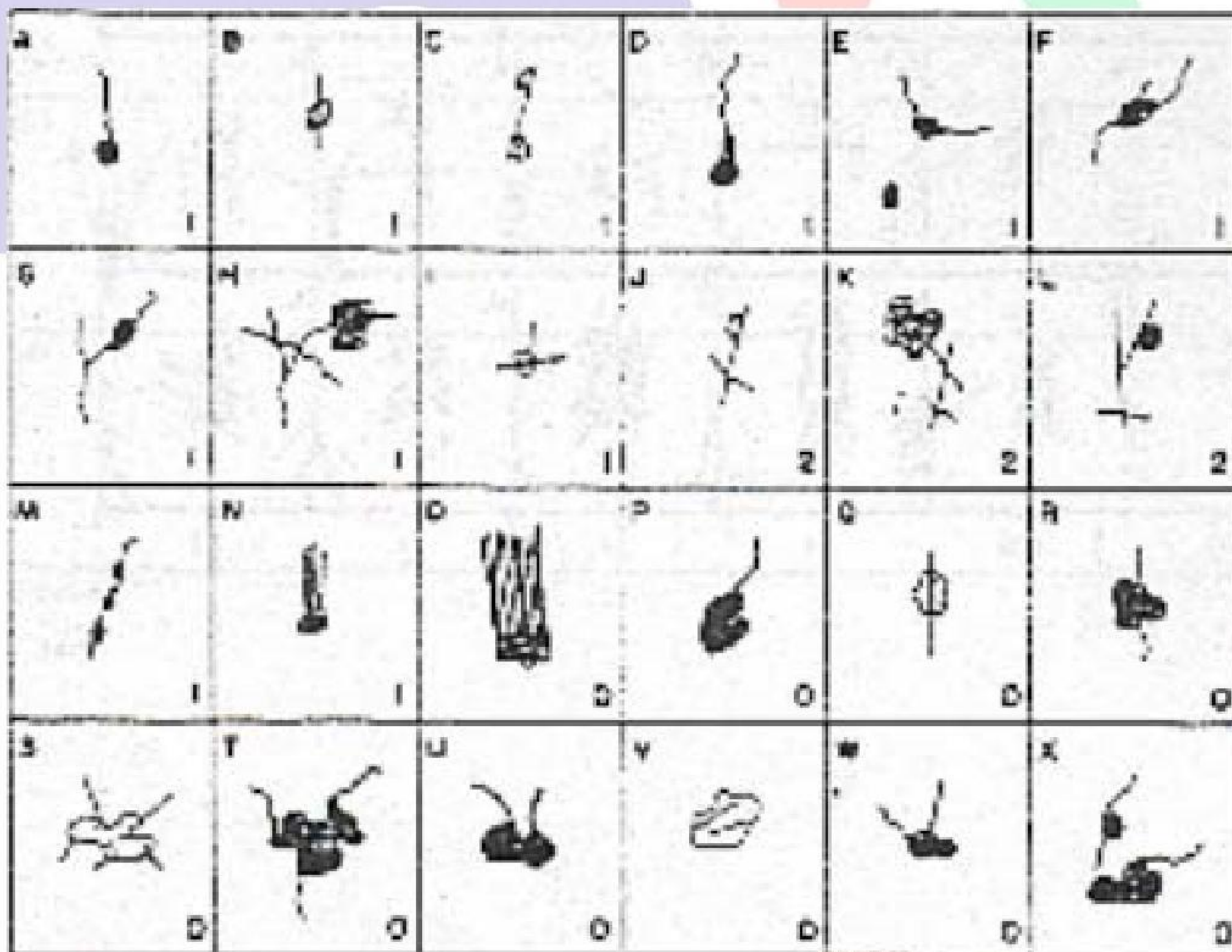


Gambar B.2 Bentuk-bentuk serat asbes bercabang





**Gambar B.3 Bentuk-bentuk serat asbes berkelompok**



Sumber: "ASBESTOS" Guidance Note on the Membrane Filter Method for Estimating Airborne Asbestos Dust, National Occupational Health and Safety Commission, 303, Commonwealth of Australia, 1988.

**Gambar B.4 Bentuk-bentuk serat asbes bersatu dengan partikel lain**



### Lampiran C (normatif)

#### Lembar catatan perhitungan serat asbes

Nama Perusahaan/Alamat:
Jenis Perusahaan:
Lokasi pengambilan contoh:
Keterangan:

Tanggal :
Pompa no. :
No. filter :
Flow rate :
Mulai jam :
Akhir jam :
Total waktu :
Contoh diambil oleh :

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
Serat per lapangan pandang																					
Total akumulasi																					

n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Total
Serat per lapangan pandang																					
Total akumulasi																					

n	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	Total
Serat per lapangan pandang																					
Total akumulasi																					

n	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	Total
Serat per lapangan pandang																					
Total akumulasi																					

n	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	Total
Serat per lapangan pandang																					
Total akumulasi																					

Keterangan : .....

$$\text{Kadar serat asbes } C = \frac{N}{n} \times \frac{(A)^2}{(a)^2} \times \frac{(\mu\text{m})^2}{(\mu\text{m})^2} \times \frac{1}{f \times \frac{\text{mL}}{\text{menit}} \times t \text{ menit}}$$

$$C = \boxed{\phantom{000}} \text{ serat/ mL}$$

Contoh dianalisis oleh:	Tanggal:	Di periksa oleh:
-------------------------	----------	------------------



## Bibliografi

*ASBESTOS National Health Medical Research Council Guidance note in the membrane filter method for estimating air bone asbestos dust.*, Commonwealth of Australia, 1989.

Buku Pedoman Pengukuran Debu Asbes di Udara Lingkungan Kerja, Pusat Hiperkes dan Keselamatan Kerja, Badan Perencanaan dan Pengembangan, Departemen Tenaga Kerja, Jakarta, 1996.

Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Kimia di Udara Lingkungan Kerja, Jakarta, 1997.

Tenan Gerald, *Practical Experimantal Procedures, The membrane Filter method for Asbestos Fibre Counting*, Brisbane, 1996.



















**BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN**  
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4  
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270  
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : [bsn@bsn.go.id](mailto:bsn@bsn.go.id)